

10/552213

JC09 Rec'd PCT/PTO 06 OCT 2009

5038.1011

**IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: Christian FRIEDRICH  
Serial No.: To Be Assigned  
Filed: Herewith as national phase of International Patent  
Application PCT/DE2004/000808, filed April 17, 2004  
For: **INLET COATING FOR GAS TURBINES**

Mail Stop: PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 6, 2005

**LETTER RE: PRIORITY**

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Applications Serial No. DE 103 22 339.8, filed May 17, 2003 through International Patent Application Serial No. PCT/DE2004/000808, filed April 17, 2004.

Respectfully submitted,  
DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By   
Cary S. Kappel, Reg. No. 36,561

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14th Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 15 JUN 2004

WIPO PCT

25/DE04/808

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 22 339.8

**Anmeldetag:** 17. Mai 2003

**Anmelder/Inhaber:** MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

**Bezeichnung:** Einlaufbelag für Gasturbinen

**IPC:** F 01 D 11/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Mai 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoß

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OF THE

P8Q1 182

### Einlaufbelag für Gasturbinen

Die Erfindung betrifft einen Einlaufbelag für Gasturbinen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

Gasturbinen, wie zum Beispiel Flugtriebwerke, umfassen in der Regel mehrere rotierende Laufschaufeln sowie mehrere feststehende Leitschaufeln, wobei die Laufschaufeln zusammen mit einem Rotor rotieren und wobei die Laufschaufeln sowie die Leitschaufeln von einem feststehenden Gehäuse der Gasturbine umschlossen sind. Zur

10

Leistungssteigerung eines Flugtriebwerks ist es von Bedeutung, alle Komponenten und Subsysteme zu optimieren. Hierzu zählen auch die sogenannten Dichtsysteme in Flugtriebwerken. Besonders problematisch ist bei Flugtriebwerken die Einhaltung eines minimalen Spalts zwischen den rotierenden Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse einer Hochdruckgasturbine. Bei Hochdruckgasturbinen treten nämlich die

15

größten absoluten Temperaturen sowie Temperaturengradienten auf, was die Spalthaltung der rotierenden Laufschaufeln zum feststehenden Gehäuse des Verdichters erschwert. Dies liegt unter anderem auch darin begründet, dass bei Verdichterlaufschaufeln auf Deckbänder, wie sie bei Turbinen verwendet werden, verzichtet wird.

20

Wie bereits erwähnt, verfügen Laufschaufeln im Verdichter über kein Deckband. Daher sind Enden bzw. Spitzen der rotierenden Laufschaufeln beim sogenannten Anstreifen in das feststehende Gehäuse einem direkten Reibkontakt mit dem Gehäuse ausgesetzt. Ein solches Anstreifen der Spitzen der Laufschaufeln in das Gehäuse wird bei Einstellung eines minimalen Radialspalts durch Fertigungstoleranzen hervorgerufen. Da durch den

25

Reibkontakt der Spitzen der rotierenden Laufschaufeln an denselben Material abgetragen wird, kann sich über den gesamten Umfang von Gehäuse und Rotor eine unerwünschte Spaltvergrößerung einstellen. Um dies zu vermeiden ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, die Enden bzw. Spitzen der rotierenden Laufschaufeln mit einem harten Belag oder mit abrasiven Partikeln zu panzern.

30

Eine andere Möglichkeit, den Verschleiß an den Spitzen der rotierenden Laufschaufeln zu vermeiden und für eine optimierte Abdichtung zwischen den Enden bzw. Spitzen der rotierenden Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse zu sorgen, besteht in der

Beschichtung des Gehäuses mit einem sogenannten Einlaufbelag. Bei einem Materialabtrag an einem Einlaufbelag wird der Radialspalt nicht über den gesamten Umfang vergrößert, sondern in der Regel nur sichelförmig. Hierdurch wird ein Leistungsabfall des Triebwerks vermieden. Gehäuse mit einem Einlaufbelag sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Die EP 0765 951 B1 offenbart einen Einlaufbelag für eine Gasturbine, bei welchem die äußere Schicht bzw. Deckschicht des Einlaufbelags, die mit den Spitzen der Laufschaufeln in Kontakt steht, aus Zirkondioxid hergestellt ist. Ein weiterer Einlaufbelag ist aus dem US-Patent 4,936,745 bekannt.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, einen neuartigen Einlaufbelag für Gasturbinen zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass der Eingangs genannte Einlaufbelag durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist.

Der erfindungsgemäße Einlaufbelag für Gasturbinen dient der Abdichtung eines radialen Spalts zwischen einem feststehenden Gehäuse der Gasturbine und rotierenden Laufschaufeln derselben. Der Einlaufbelag ist an dem Gehäuse angebracht. Erfindungsgemäß ist der Einlaufbelag mindestens einschichtig ausgebildet, wobei zumindest eine äußere Schicht des Einlaufbelags aus einem Material mit Magnetoplumbit-Struktur, vorzugsweise aus Lanthan-Hexaaluminat, hergestellt ist. Im Sinne der Erfindung wird demnach vorgeschlagen, die äußere Schicht des Einlaufbelags, die mit den rotierenden Laufschaufeln zuerst in Kontakt kommt, nicht mehr aus Zirkondioxid sondern vorzugsweise aus Lanthan-Hexaaluminat herzustellen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Einlaufbelag mehrschichtig ausgebildet, wobei die äußerste Schicht des Einlaufbelags, die zuerst von Enden der Laufschaufeln kontaktierbar ist, aus Lanthan-Hexaaluminat hergestellt ist. In diesem Fall ist zwischen der äußeren Schicht aus Lanthan-Hexaaluminat und dem Gehäuse mindestens eine weitere, innenliegende Schicht angeordnet. Eine erste innenliegende Schicht ist als haftvermittelnde Schicht ausgebildet, eine zweite innenliegende Schicht ist

aus Zirkondioxid gebildet und zwischen der ersten innenliegenden Schicht und der Schicht aus Lanthan-Hexaaluminat angeordnet. Die zweite innenliegende Schicht aus Zirkondioxid ist zur Erhöhung der Lebensdauer des Einlaufbelags vorgesehen.

- 5 Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

10

Fig. 1: eine stark schematisierte Darstellung einer Laufschaufel einer Gasturbine zusammen mit einem Gehäuse der Gasturbine und mit einem auf dem Gehäuse angeordneten Einlaufbelag, und

- 15 Fig. 2: eine stark schematisierte Darstellung einer Laufschaufel einer Gasturbine zusammen mit einem Gehäuse der Gasturbine und mit einem auf dem Gehäuse angeordneten, alternativen Einlaufbelag.

Fig. 1 zeigt stark schematisiert eine rotierende Laufschaufel 10 einer Gasturbine, die gegenüber einem feststehenden Gehäuse 11 in Richtung des Pfeils 12 rotiert. Auf dem Gehäuse 11 ist ein Einlaufbelag 13 angeordnet.

Der Einlaufbelag 13 dient der Abdichtung eines radialen Spalts zwischen einer Spitze bzw. einem Ende 14 der rotierenden Laufschaufel 10 und dem feststehenden Gehäuse 11. Die Anforderungen, die an einen solchen Einlaufbelag gestellt werden, sind sehr komplex. So muss der Einlaufbelag ein optimiertes Abriebverhalten aufweisen, d.h. es muss eine gute Spanbildung und Entfernbarekeit des Abriebs gewährleistet sein. Weiterhin darf kein Materialübertrag auf die rotierenden Laufschaufeln 10 erfolgen. Der Einlaufbelag 13 muss des weiteren einen niedrigen Reibwiderstand aufweisen. Des weiteren darf sich der Einlaufbelag 13 beim Anstreifen durch die rotierenden Laufschaufeln 10 nicht entzünden. Als weitere Anforderungen, die an den Einlaufbelag 13 gestellt werden, seien hier die Erosionsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit, Thermowechselbeständigkeit,

Korrosionsbeständigkeit gegenüber Schmierstoffen und Meerwasser exemplarisch genannt.

Fig. 1 verdeutlicht, dass bedingt durch die beim Betrieb der Gasturbine auftretenden Fliehkräfte und die Erwärmung der Gasturbine die Enden 14 der Laufschaufeln 10 mit dem Einlaufbelag 13 in Kontakt kommen und so ein Abrieb 15 freigesetzt wird. Dieser pulverisierte Abrieb 15 darf keine Beschädigungen an den rotierenden Laufschaufeln 10 hervorrufen.

Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, dass der Einlaufbelag 13 aus einem Material mit Magnetoplumbit-Struktur hergestellt ist, im gezeigten Ausführungsbeispiel aus Lanthan-Hexaaluminat. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 handelt es sich um einen einschichtigen Einlaufbelag 13, wobei die einzige Schicht des Einlaufbelags 13 aus dem Lanthan-Hexaaluminat hergestellt ist und unmittelbar auf das Gehäuse 11 aufgebracht ist. Es liegt demnach im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, anstelle des aus dem Stand der Technik bekannten Zirkondioxids Lanthan-Hexaaluminat für die Herstellung der äußeren Schicht von Einlaufbelegen zu verwenden.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. So zeigt Fig. 2 wiederum eine rotierende Laufschaufel 16, die im Sinne des Pfeils 17 relativ zu einem feststehenden Gehäuse 18 rotiert. Auf dem feststehenden Gehäuse 18 ist wiederum ein Einlaufbelag 19 angeordnet.

Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Einlaufbelag 19 des Ausführungsbeispiels gemäß der Fig. 2 jedoch nicht einschichtig, sondern mehrschichtig ausgebildet. Eine äußere Schicht 20 des Einlaufbelags 19, welche zuerst mit den Laufschaufeln 16 in Kontakt tritt, ist erfindungsgemäß wieder aus Lanthan-Hexaaluminat hergestellt.

Zusätzlich ist zwischen der äußeren Schicht 20 und dem Gehäuse 18 eine innenliegende Schicht 21 vorgesehen. Bei der innenliegenden Schicht 21 handelt es sich um eine haftvermittelnde Schicht, um die Haftung zwischen dem Gehäuse 18 und der äußeren

Schicht 20 zu verbessern. Die innenliegenden Schicht 21 zur Haftvermittlung kann metallisch ausgebildet sein.

5 Zwischen die haftvermittelnde, innenliegende Schicht 21 und die äußere Schicht 20 aus Lanthan-Hexaaluminat kann eine weitere Zwischenschicht (nicht gezeigt) aus Zirkondioxid angeordnet sein. Diese Zwischenschicht aus Zirkondioxid dient der Verbesserung der Eigenschaften des Schichtverbunds, insbesondere der Erhöhung der Lebensdauer.

10 An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass selbstverständlich auch drei- oder mehrschichtige Einlaufbelege im Sinne der Erfindung vorgesehen sein können. Im Sinne der Erfindung soll jedoch die äußere Schicht eines mehrschichtigen Einlaufbelags, welche als erste mit den rotierenden Laufschaufeln der Gasturbine in Kontakt tritt, aus Lanthan-Hexaaluminat hergestellt sein.

15 Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist an dem Ende 22 bzw. der Spitze der rotierenden Laufschaufel 16 ein sogenannter Anlaufbelag 23 vorgesehen. Bei diesem Anlaufbelag 23 handelt es sich um eine Panzerung der Laufschaufelspitzen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst der Anlaufbelag 23 mehrere keilförmig ausgebildete Elemente 24, wobei zwischen zwei benachbarten Elementen 24 des Anlaufbelags 23 Freiräume 25 ausgebildet sind. Insofern zeigt Fig. 2 ein Dichtsystem für eine Gasturbine, bei welchem ein auf dem Gehäuse 18 der Gasturbine aufgebracht, erfindungsgemäßer Einlaufbelag 19 mit einem auf den Laufschaufelspitzen angeordneten Anlaufbelag 23 kombiniert wird.

25 Beiden Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und 2 ist das erfindungsgemäße Prinzip gemeinsam, eine äußere Schicht eines Einlaufbelags, die mit Spitzen der rotierenden Laufschaufeln in Kontakt tritt, aus Lanthan-Hexaaluminat herzustellen.

30 Mit einem solchen Einlaufbelag lassen sich besonders positive Eigenschaften erzielen. So stellt sich ein besonders gutes Abriebverhalten des Einlaufbelags ein. Auch die anderen Anforderungen an den Einlaufbelag werden erfüllt bzw. positiv beeinflusst. So wird zum Beispiel die Temperaturbeständigkeit und Lebensdauer der Einlaufbeläge verbessert.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass der erfindungsgemäße Einlaufbelag mithilfe des thermischen Spritzens auf die metallische Oberfläche des Gehäuses aufgebracht wird. Details des thermischen Spritzens sind dem hier angesprochenen Fachmann geläufig.



# Bezugszeichenliste

	Laufschaufel	10
	Gehäuse	11
5	Pfeil	12
	Einlaufbelag	13
	Ende	14
	Abrieb	15
	Laufschaufel	16
10	Pfeil	17
	Gehäuse	18
	Einlaufbelag	19
	Schicht	20
	Schicht	21
15	Ende	22
	Anlaufbelag	23
	Element	24
	Freiraum	25

## Patentansprüche

1. Einlaufbelag für Gasturbinen, zur Abdichtung eines radialen Spalts zwischen einem Gehäuse (11; 18) der Gasturbine und rotierenden Laufschaufeln (10; 16) derselben, wobei der Einlaufbelag (13; 19) an dem Gehäuse (11; 18) angebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlaufbelag (13; 19) mindestens einschichtig ausgebildet ist, wobei zumindest eine äußere Schicht des Einlaufbelags (13; 19) aus einem Material mit Magnetoplumbit-Struktur hergestellt ist.
2. Einlaufbelag nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material mit Magnetoplumbit-Struktur als Lanthan-Hexaaluminat ausgeführt ist.
3. Einlaufbelag nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlaufbelag (13) einschichtig ausgebildet ist, wobei die einzige Schicht des Einlaufbelags aus Lanthan-Hexaaluminat hergestellt ist.
4. Einlaufbelag nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlaufbelag (19) mehrschichtig ausgebildet ist, wobei die äußerste Schicht (20) des Einlaufbelags (19), die von Enden der Laufschaufeln (16) zuerst kontaktierbar ist, aus Lanthan-Hexaaluminat hergestellt ist.
5. Einlaufbelag nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der äußeren Schicht (20) aus Lanthan-Hexaaluminat und dem Gehäuse (18) mindestens eine weitere, innenliegende Schicht (21) angeordnet ist.
6. Einlaufbelag nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innenliegende Schicht (21) eine haftvermittelnde Schicht ist.
7. Einlaufbelag nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der innenliegenden Schicht (21) und der äußeren Schicht (20) aus Lanthan-Hexaaluminat eine Zwischenschicht aus Zirkondioxid angeordnet ist.

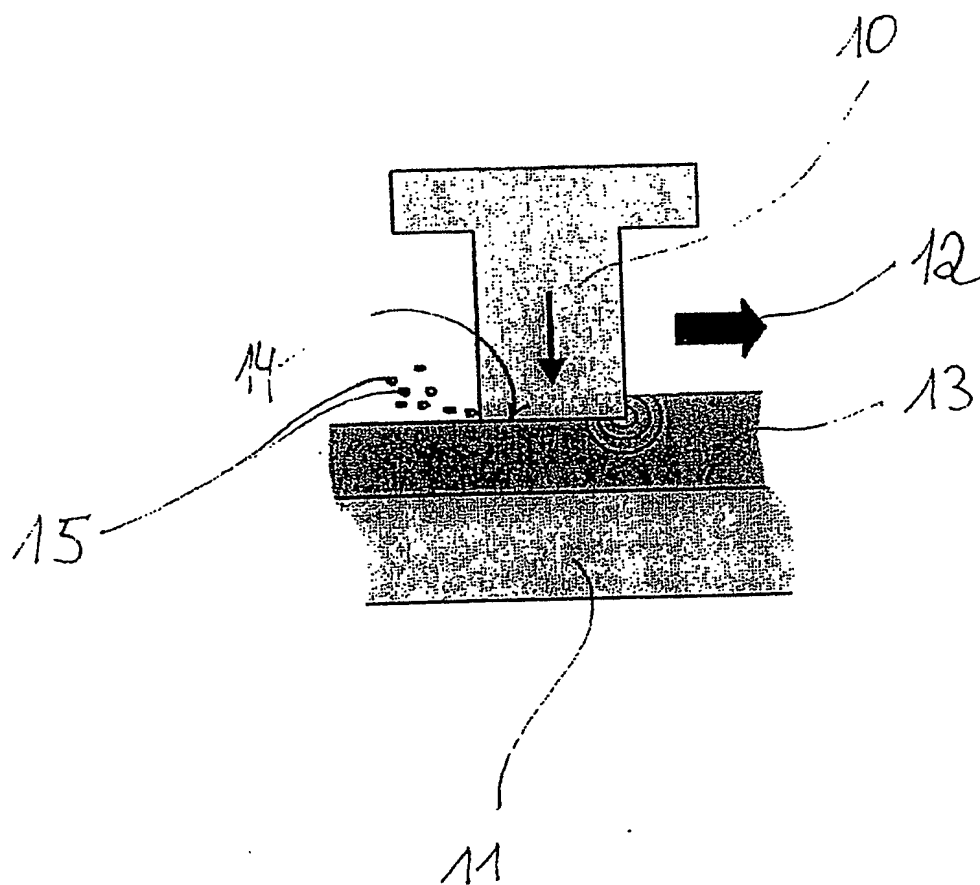


Fig. 1

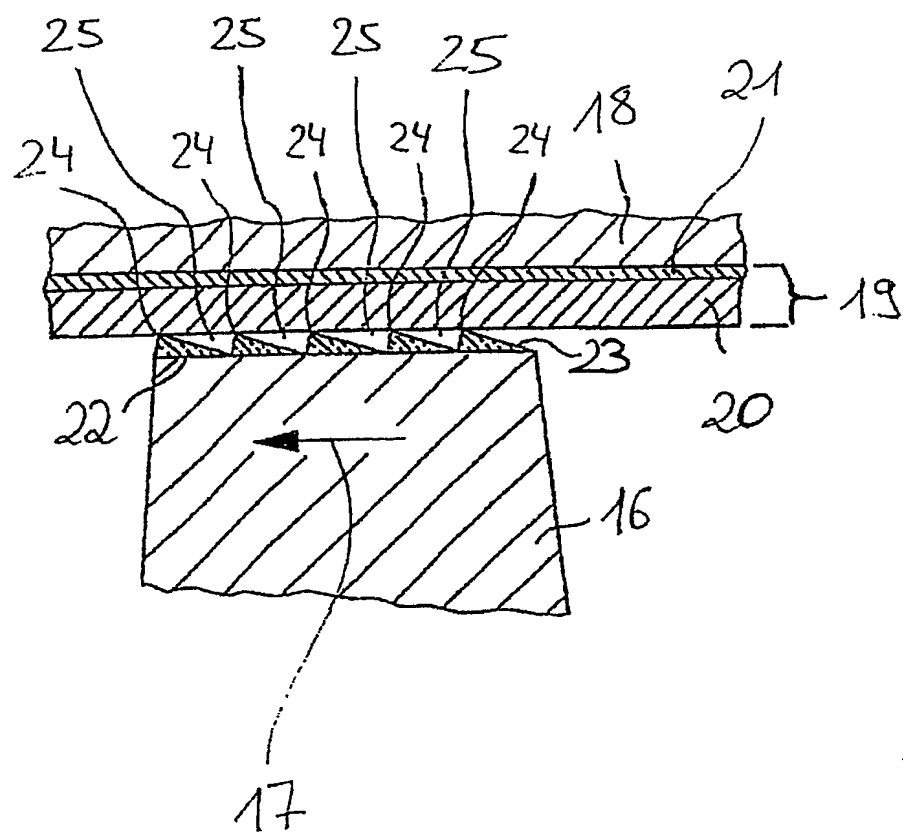


Fig. 2

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Einlaufbelag für Gasturbinen.

- 5 Der Einlaufbelag dient der Abdichtung eines radialen Spalts zwischen einem Gehäuse (11) der Gasturbine und rotierenden Laufschaufeln (10) derselben, wobei der Einlaufbelag (13) auf dem Gehäuse angebracht ist.

- 10 Erfindungsgemäß ist der Einlaufbelag (13) mindestens einschichtig ausgebildet, wobei zumindest eine äußere Schicht des Einlaufbelags (13) aus einem Material mit Magnetoplumbit-Struktur, vorzugsweise aus Lanthan-Hexaaluminat, hergestellt ist (Fig. 1).

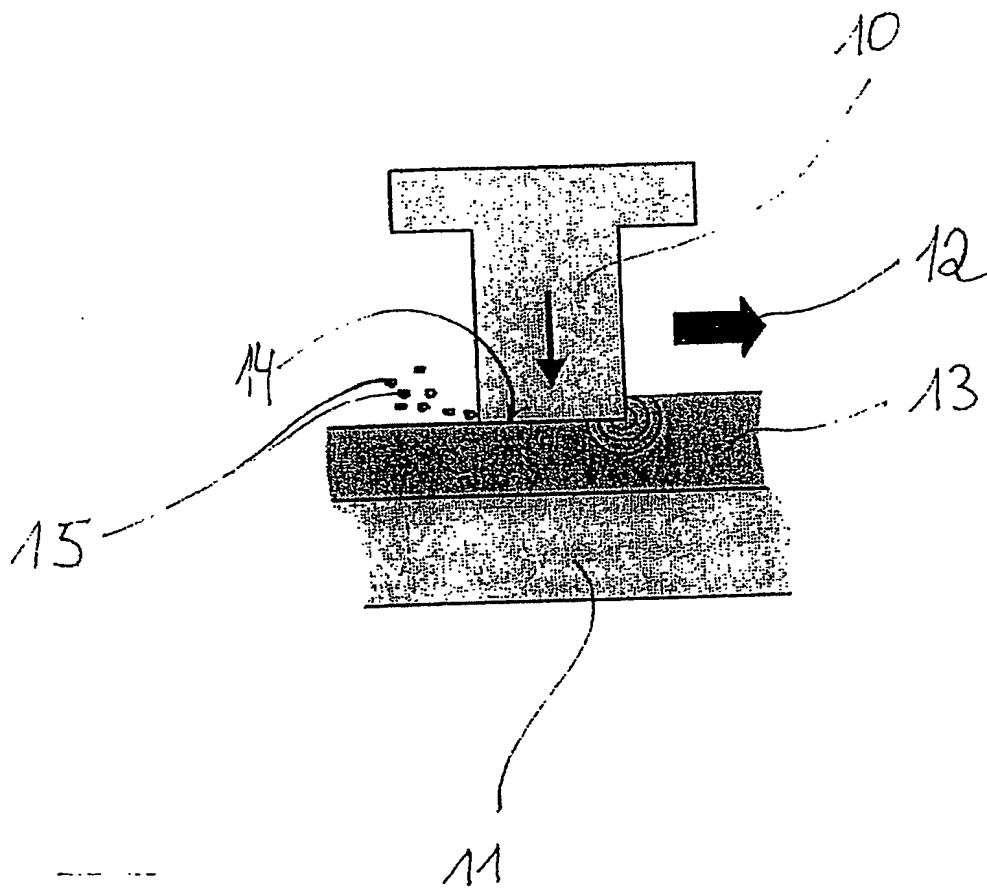


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY